

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air adalah substansi kimia yang memiliki rumus  $H_2O$  yang tersusun dari dua atom hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ). Pada kondisi standar, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Air adalah salah satu dari sekian banyak sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi sumber kehidupan makhluk hidup. Air membantu aktivitas kehidupan bagi semua makhluk hidup terutama manusia. Apabila kebutuhan air tersebut belum tercukupi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial.

Penggunaan air yang utama bagi kehidupan adalah sebagai air minum untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia. Komposisi air di dalam organ tubuh manusia, yaitu 83% darah terdiri dari air, 75% otot manusia terdiri dari air, 74% otak manusia terdiri dari air, dan 22% bagian tulang pun terdiri atas air (Irianto, 2015). Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang disebabkan karena dehidrasi, oleh karena itu orang dewasa harus mengkonsumsi air minum minimal sebanyak 2 liter/hari - 3 liter/hari untuk menjaga keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme.

##### **2.1.1 Sumber Air di Alam**

Sumber air di alam terdiri atas air laut, air atmosfer, air permukaan, dan air tanah (Sutrisno, 2004).

##### **1. Air Laut**

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam  $NaCl$ . Kadar garam  $NaCl$  dalam air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

##### **2. Air Atmosfir**

Dalam kehidupan sehari-hari air atmosfer dikenal sebagai air hujan. Air hujan dapat tercemar oleh adanya pengotoran di udara yang disebabkan oleh kotoran - kotoran industri, debu, dan lain sebagainya, namun dalam keadaan murni sangat bersih sehingga untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya tidak menampung air hujan pada saat hujan baru turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan memiliki sifat korosif terutama terhadap pipa -

pipa penyalur maupun bak - bak *reservoir*, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan).

### 3. Air Permukaan

Menurut Budiman (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan Lingkungan, air permukaan merupakan salah satu sumber penting bagi bahan baku air bersih. Air permukaan seringkali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat - zat lainnya. Air permukaan meliputi :

#### a. Air Sungai

Air sungai memiliki derajat pengotoran yang tinggi sekali. Hal ini karena selama pengalirannya mendapat pengotoran, misalnya oleh lumpur, batang - batang kayu, daun - daun, kotoran industri, dan sebagainya. Oleh karena itu dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna.

#### b. Air Rawa

Kebanyakan air rawa berwarna kuning coklat yang disebabkan oleh adanya zat - zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik yang tinggi tersebut maka umumnya kadar mangan (Mn) akan tinggi pula, namun dalam keadaan *anaerob* unsur - unsur mangan (Mn) ini akan larut.

### 4. Air Tanah

Menurut Budiman (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan lingkungan, air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah yang kemudian menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus ke beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air. Kesadahan pada air ini akan menyebabkan air mengandung zat - zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Zat - zat mineral tersebut antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti besi dan mangan. Kandungan logam berat seperti besi dan mangan dapat mengubah warnah air menjadi kuning - coklat pada saat kontak dengan udara. Selain itu air tanah terdiri dari tiga jenis, yaitu air tanah dangkal ( $\leq 40$  m), air tanah dalam ( $\geq 40$  m), dan mata air.

### 2.1.2 Sifat - Sifat Air

Air memiliki sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologi sebagai berikut :

#### 1. Sifat Fisik Air

Air memiliki sifat fisik yaitu tidak berbau, tidak berwarna, dan tanpa rasa. Bau yang berasal dari dalam air dapat langsung berasal dari bahan - bahan buangan kegiatan industri atau dapat pula berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup di dalam air. Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik terutama gugus protein secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau. Menurut Rao dan Mamtha (2004), persyaratan air normal yang dapat digunakan untuk kehidupan umumnya tidak berbau, tidak berwarna, dan berasa, dimana dikatakan adanya rasa pada air pada umumnya diikuti dengan perubahan pH air.

#### 2. Sifat Kimia Air

Sebuah molekul air terdiri atas satu atom oksigen yang berikatan kovalen dengan dua atom hidrogen. Gabungan dua atom hidrogen dengan satu atom oksigen yang membentuk air ( $H_2O$ ) ini merupakan molekul yang sangat kokoh dan untuk menguraikan air diperlukan jumlah energi yang besar, jumlah yang sama juga dilepaskan dalam pembentuknya (Achmad, 2004). Air memiliki sifat-sifat kimia sebagai berikut :

##### a. Salinitas

Salinitas merupakan gambaran jumlah kelarutan garam dan konsentrasi ion - ion di dalam air, salinitas juga berpengaruh terhadap derajat kelarutan senyawa - senyawa tertentu. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh di bawah atau di atas normal bagi kehidupan hewan.

##### b. *Power of Hydrogen* (pH)

*Power of hydrogen* merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Air dengan nilai pH yang terlalu tinggi atau terlampau rendah dapat mematikan organisme di perairan. Umumnya organisme perairan dapat hidup pada kisaran pH antara 6,7 dan 8,5.

c. *Disolved Oxygen (DO)*

Konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) merupakan salah satu parameter penting yang harus diukur untuk mengetahui kualitas air di perairan. Organisme di perairan tidak selalu bisa hidup pada air dengan kandungan oksigen yang terlalu tinggi. Air dengan kandungan oksigen yang terlalu tinggi dari tingkat kejenuhannya dapat berakibat membahayakan organisme. Tingkat kejenuhan dapat ditentukan oleh suhu air dan tingkat salinitas air, dimana semakin tinggi suhu air maka kapasitas kejenuhan oksigen semakin besar, sebaliknya semakin tinggi kadar salinitas pada air maka kapasitas kejenuhan oksigen di air semakin menurun.

d. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

*Biochemical Oxygen Demand* menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah atau mengoksidasi bahan - bahan buangan organik yang ada di dalam air (Darmono, 2001). Semakin besar nilai BOD menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah semakin besar. Mikroorganisme yang memerlukan oksigen untuk memecah bahan buangan organik sering disebut dengan bakteri *aerobic*, sedangkan mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen disebut dengan bakteri *anaerobik*.

e. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan - bahan organik di dalam air secara kimiawi. Nilai COD merupakan ukuran dari pencemaran air oleh bahan - bahan organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses kimia dan mikro biologis yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

f. Nitrogen

Nitrogen berperan kuat dalam reaksi - reaksi biologi di perairan. Untuk menunjukkan tingkat kesuburan suatu perairan dapat dilihat dari kandungan nutrisi seperti nitrogen, fosfat, dan bahan - bahan organik (Meagler, 2000). Dalam kondisi *aerob*, nitrogen dari urea akan diikat oleh mikroorganisme dan selanjutnya diubah menjadi nitrat. Sumber - sumber nitrogen di dalam air dapat bermacam - macam yang meliputi hancuran bahan organik buangan domestik, limbah industri, dan limbah peternakan atau pupuk.

#### g. Fosfor

Unsur fosfor di dalam perairan tersedia dalam bentuk fosfat organik. Fosfor bersumber dari limbah pupuk industri, hancuran bahan organik, dan mineral - mineral fosfat. Fosfat dalam detergen memegang peranan penting di dalam kelebihan hara fosfor yang terdapat di perairan.

#### h. Sulfida

Kandungan sulfida dalam jumlah yang berlebihan dapat menurunkan tingkat keasaman (pH) suatu perairan sehingga dengan menurunnya nilai pH akan mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di dalam air.

#### i. Amonia

Menurut Darmono (2001), amonia yang berlebihan di dalam air akan menimbulkan penurunan kadar oksigen terlarut dan cenderung bersifat toksik sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan di dalam air. Nitrit merupakan senyawa yang bersifat toksik di dalam air, akan tetapi dapat berubah menjadi nitrat bila ada oksigen dan akan berubah menjadi amonia bila kadar oksigen yang terlarut mulai menurun.

#### j. Besi dan Mangan

Air tanah mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup besar, adanya kandungan besi dan mangan dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning - coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Baik besi maupun mangan di dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat hidroksida, dan juga dalam bentuk koloidal atau dalam bentuk gabungan senyawa anorganik.

### 3. Sifat Biologi Air

Bio indikator merupakan kelompok atau komunikator organisme yang kehadirannya atau perilakunya di dalam air berkorelasi dengan kondisi lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan di perairan. Keberadaan kandungan *Escherichia Coli* dan *Coliform* yang berlebihan dalam air mengidentifikasi adanya patogen di dalam air. Air yang telah tercemar oleh patogen tersebut harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar memenuhi syarat kesehatan dan layak untuk digunakan dalam kehidupan sehari - hari.

### 2.1.3 Mikroorganisme Indikator di Dalam Air

Mikroorganisme indikator merupakan sekelompok mikroorganisme yang digunakan sebagai petunjuk kualitas air. Jenis - jenis mikroorganisme indikator yang paling banyak terkandung di dalam air, yaitu indikator bakteri dan virus.

#### 1. Indikator Bakteri

Bakteri merupakan salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti, namun mampu hidup dimana saja dan memiliki ukuran sebesar 0,1 - 600  $\mu\text{m}$  (Jawetz dkk, 2004). Indikator bakteri pada air difokuskan pada adanya kandungan bakteri *Coliform* dan *Eschericia Coli*. *Coliform* memiliki ukuran sebesar 0,5 x 0,3  $\mu\text{m}$ , sedangkan *E. Coli* memiliki ukuran sebesar 1 - 1,5 x 2,0 - 6,0  $\mu\text{m}$  (Haribi dan Khoirul, 2010). Adanya kandungan *Coliform* dan *E. Coli* pada air mengindikasikan bahwa air tersebut pernah terkontaminasi oleh kotoran hewan atau manusia.

#### 2. Indikator Virus

Virus adalah suatu jasad renik yang berukuran sangat kecil yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus hanya bereproduksi di dalam sel yang hidup karena virus tidak memiliki perlengkapan seluler untuk bereproduksi sendiri. Virus berukuran sebesar 0,02 - 0,3  $\mu\text{m}$  yang hanya mengandung asam nukleat DNA atau RNA saja dan diselubungi oleh pelindung yang terdiri dari protein, lipid, dan glikoprotein (Suprobowati dan Iis Kurniati, 2018).

## 2.2 Air Tanah

Air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai ke permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah (Elfiana dkk, 2016). Air tanah berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh, dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih dari tekanan atmosfer.

Air tanah dimanfaatkan sebagai sumber air minum dan biasanya tergantung pada musim. Alam Indonesia kaya akan mineral sehingga tidak jarang air tanah di Indonesia sering mengandung zat besi, mangan, magnesium, dan unsur logam lain dengan kadar yang cukup tinggi. Unsur - unsur logam tersebut adalah esensial bagi manusia namun juga racun jika jumlahnya terlalu banyak. Adanya kandungan

logam berat yang tinggi seperti besi dan mangan dapat menyebabkan warna air menjadi coklat - kuning pada saat kontak dengan udara.

Tabel 2.1 Kandungan Bahan - Bahan Terlarut di Dalam Air Tanah

<i>Mayor Constituensts</i> (1,0 - 1.000 mg/liter)	<i>Secondary Constituensts</i> (0,0 - 10,0 mg/liter)	<i>Minor Constituensts</i> (0,0001 mg/liter)	
Sodium (Natrium)	Besi	Arsen	Lead/Timbal
Kalsium	Alumunium	Barium	Litium
Magnesium	Kalsium	Bromida	Mangan
Bikarbonat	Karbonat	Cadmium	Nikel
Sulfat	Nitrat	Kromium	Fosfat
Klorida	Fluorida	Kobalt	Strontium
Silika	Boron	Copper	Uranium
	Selenium	Iodide	Zine

(Budyono dan Siswo, 2013)

### 2.2.1 Jenis - Jenis Air Tanah

Air tanah adalah air yang tersimpan atau tertangkap secara terus menerus oleh alam yang terbagi menjadi tiga, yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air (Harmayani. K. D dan Konsukartha. I. G. M, 2007).

#### 1. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air pada permukaan tanah, dimana lumpur akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri. Hal tersebut menyebabkan air tanah menjadi cukup jernih, namun lebih banyak mengandung zat kimia karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur - unsur kimia tertentu untuk masing - masing lapisan tanah. Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman kurang dari 40 meter. Air tanah dangkal memiliki kualitas yang cukup baik, namun kuantitasnya kurang baik dan bergantung pada musim.

#### 2. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat pada lapisan rapat air pertama dengan kedalaman lebih dari 40 meter. Ditinjau dari segi kualitasnya, pada umumnya air tanah dalam lebih baik dari air tanah dangkal dan kuantitasnya juga mencukupi. Hal ini dikarenakan penyaringan yang lebih sempurna dan terbebas dari bakteri, namun masih tergantung pada keadaan tanah. Untuk mengambil dan memanfaatkan air tanah dalam maka diperlukan mesin bor yang dapat mencapai lapisan tanah dalam.

### 3. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari lapisan tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam. Selain itu gaya gravitasi juga mempengaruhi aliran air tanah menuju ke laut, namun dalam perjalanannya air tanah juga mengikuti lapisan geologi yang berkelok sesuai jalur akuifer dimana air tanah tersebut berada. Bila terjadi patahan geologi didekat permukaan tanah maka aliran air tanah dapat muncul pada permukaan bumi pada tempat tertentu. Sebagai tumpahan air tanah alami yang pada umumnya berkualitas baik maka mata air masih dijadikan pilihan sumber air bersih oleh penduduk untuk memenuhi keperluan dalam kehidupan sehari - hari.

Berdasarkan proses munculnya ke permukaan tanah mata air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu mata air rembesan dan umbul. Mata air rembesan adalah mata air yang airnya keluar dari lereng - lereng, sedangkan umbul merupakan mata air dimana airnya keluar ke permukaan pada suatu dataran.

#### 2.2.2 Karakteristik Air Tanah Dangkal dan Air Tanah Dalam

Air tanah dangkal dan air tanah dalam memiliki karakteristik sebagai berikut (Irianto, 2015) :

##### 1. Air Tanah Dangkal

- a. Sumber air berasal dari air permukaan.
- b. Kering pada saat kemarau.
- c. Rasa dan warna air tergantung dari jenis tanah yang ada.
- d. Mudah tercemar.
- e. Mengandung bakteri yang cukup banyak.

##### 2. Air Tanah Dalam

- a. Sumber air berasal dari lapisan tanah dalam.
- b. Tetap ada sepanjang tahun.
- c. Air berwarna jernih dan berasa sejuk.
- d. Pencemaran air sukar terjadi.
- e. Jumlah bakteri jauh lebih kecil.



### 2.3 Air Bersih

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari - hari yang kualitasnya telah memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Dalam merencanakan penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas (Darmasetiawan, 2001). Kualitas yaitu menyangkut mutu air, kuantitas menyangkut jumlah dan ketersediaan air yang akan diolah pada penyediaan air bersih yang dibutuhkan sesuai dengan banyaknya konsumen yang akan dilayani, dan kontinuitas menyangkut penyediaan kebutuhan air secara terus menerus terutama ketika musim kemarau.

Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
A.	Fisika			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	1000	-
3.	Kekeruhan	NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	-
6.	Warna	TCU	50	-
B.	Kimia			
1.	Air raksa	mg/l	0,001	
2.	Arsen	mg/l	0,05	
3.	Besi	mg/l	1,0	
4.	Fluorida	mg/l	1,5	
5.	Kadmium	mg/l	0,005	
6.	Kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ )	mg/l	500	
7.	Klorida	mg/l	600	
8.	Kromium, valensi 6	mg/l	0,05	
9.	Mangan	mg/l	0,5	
10.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10	
11.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1,0	
12.	pH	mg/l	6,5 - 8,5	
13.	Selenium	mg/l	0,01	
14.	Seng	mg/l	15	
15.	Sianida	mg/l	0,1	
16.	Sulfat	mg/l	400	
17.	Timbal	mg/l	0,05	

Lanjutan Tabel 2.2

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
<u>Kimia Organik</u>				
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,0007	
2.	Benzena	mg/l	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/l	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	mg/l	0,007	
5.	Coloroform	mg/l	0,03	
6.	2,4 D	mg/l	0,10	
7.	DDT	mg/l	0,03	
8.	Detergent	mg/l	0,5	
9.	1,2 dischloroethane	mg/l	0,1	
10.	1,1 dischloroethane	mg/l	0,0003	
11.	Heptachlore dan heptachlore epoxide	mg/l	0,003	
12.	Hexacholobenzene	mg/l	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/l	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/l	0,10	
15.	Pentachlorophanol	mg/l	0,01	
16.	Pestisida total	mg/l	0,10	
17.	2,4,6 urichlorophenol	mg/l	0,01	
18.	Zat organic (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l	10	
<u>C. Mikro Biologi</u>				
1.	Total Koliform (MPN)	Jumlah per 100 ml	50	
2.	Escherichia Coli	Jumlah per 100 ml	0	
<u>D. Radio Aktivitas</u>				
1.	Aktivitas <i>Alpha</i> ( <i>Gross Alpha Activity</i> )	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas <i>Beta</i> ( <i>Gross Beta Activity</i> )	Bq/L	1,0	

(Menteri Kesehatan No. 32, 2017)

Keterangan :

mg : Miligram

ml : Mililiter

L : Liter

Bq : *Bequerel*NTU : *Nephelometric Turbidiyu Units*TCU : *True Colour Units*

## 2.4 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Air minum dalam kemasan merupakan air minum yang siap dikonsumsi secara langsung tanpa harus melalui proses pemanasan terlebih dahulu. Air minum dalam kemasan biasanya dikemas dalam berbagai bentuk wadah 20 liter (galon), 1500 ml atau 500 ml (*bottle*), dan 240 ml atau 220 ml (*cup*).

Air minum dalam kemasan harus memenuhi peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Menteri Kesehatan tentang standar baku mutu air minum dalam kemasan. Proses pembuatan air minum dalam kemasan harus melalui proses tahapan secara higienis klinis dan secara hukum. Tahapan higienis klinis biasanya disahkan menurut peraturan pemerintah melalui Departemen Perindustrian dan Perdagangan untuk Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas AMDK Menurut Menteri Kesehatan

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi	Jumlah per	
	1. E. Coli	100 ml	0
	2. Total bakteri koliform	sampel	0
	b. Kimia Anorganik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Fluorida	mg/l	1,5
	3. Total kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/l	3,0
	6. Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> -)	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1. Bau		Tidak berbau

Lanjutan Tabel 2.3

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
2.	Warna	TCU	15
3.	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
4.	Kekeruhan	NTU	5
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
b. Parameter Kimiawi			
1.	Aluminium	mg/l	0,2
2.	Besi	mg/l	0,3
3.	Kesadahan	mg/l	500
4.	Khlorida	mg/l	250
5.	Mangan	mg/l	0,4
6.	pH	mg/l	6,5 – 8,5
7.	Seng	mg/l	3
8.	Sulfat	mg/l	250
9.	Tembaga	mg/l	2
10.	Amonia	mg/l	1,5

(Menteri Kesehatan No. 492, 2010)

Tabel 2.4 Persyaratan Kualitas AMDK Menurut Standar Nasional Indonesia

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Tidak berbau
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	Unit Pt-Co	Maksimal 5
2.	pH	-	6,0 – 8,5
3.	Kekeruhan	NTU	Maksimal 1,5
4.	Zat yang terlarut	mg/l	Maksimal 500
5.	Zat organik ( $\text{KMnO}_4$ )	mg/l	Maksimal 1,0
6.	Nitrat (sebagai $\text{NO}_3$ )	mg/l	Maksimal 44
7.	Nitrit (sebagai $\text{NO}_2$ )	mg/l	Maksimal 0,1
8.	Amonium ( $\text{NH}_4$ )	mg/l	Maksimal 0,15
9.	Sulfat ( $\text{SO}_4$ )	mg/l	Maksimal 200
10	Klorida ( $\text{Cl}^-$ )	mg/l	Maksimal 250
11.	Fluorida (F)	mg/l	Maksimal 1
12.	Sianida (CN)	mg/l	Maksimal 0,05
13.	Besi (Fe)	mg/l	Maksimal 0,1
14.	Mangan (Mn)	mg/l	Maksimal 0,05
15.	Klor bebas ( $\text{Cl}_2$ )	mg/l	Maksimal 0,1
16.	Kromium (Cr)	mg/l	Maksimal 0,05
17.	Barium (Ba)	mg/l	Maksimal 0,7

Lanjutan Tabel 2.4

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
18.	Boron (B)	mg/l	Maksimal 2,4
19.	Selenium (Se)	mg/l	Maksimal 0,01
20.	Bromat	mg/l	Maksimal 0,01
21.	Perak (Ag)	mg/l	Maksimal 0,025
22.	CO <sub>2</sub> bebas	mg/l	3000-5890
23.	O <sub>2</sub> terlarut awal	mg/l	Minimal 40
24.	O <sub>2</sub> terlarut akhir	mg/l	Minimal 20
25.	Cemaran logam		
25.1.	Timbal (Pb)	mg/l	Maksimal 0,005
25.2.	Tembaga (Cu)	mg/l	Maksimal 0,5
25.3.	Kadmium (Cd)	mg/l	Maksimal 0,003
25.4.	Merkuri (Hg)	mg/l	Maksimal 0,001
26.	Cemaran arsen (As)	mg/l	Maksimal 0,1
27.	Cemaran mikroba		
27.1.	Angka lempeng total awal	koloni/ml	Maksimal 1,0 x 10 <sup>2</sup>
27.2.	Angka lempeng total akhir	koloni/ml	Maksimal 1,0 x 10 <sup>5</sup>
27.3.	Koliform	koloni/250 ml	TTD
27.4.	E. Coli	koloni/250 ml	TTD

(Standar Nasional Indonesia, 2015)

Keterangan :

mg : Miligram

ml : Mililiter

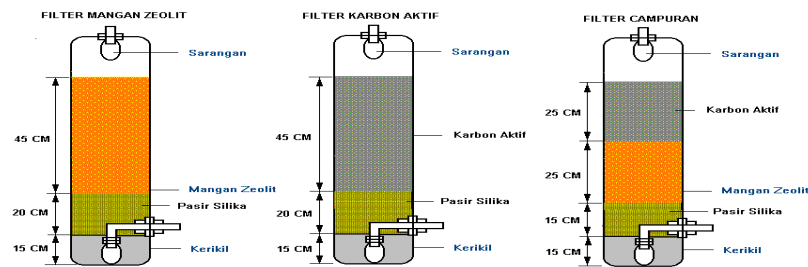
TTD : Tidak terdeteksi

NTU : *Nephelometric Turbidity Units*TCU : *True Colour Units*

## 2.5 Unit Filtrasi Menggunakan *Multi Media Filter* (MMF)

Prinsip dasar dari teknologi *multi media filter* adalah filtrasi. Filtrasi adalah pemisahan partikel padat dari suatu fluida dengan cara melewatkannya pada media penyaring. Campuran heterogen antara fluida dan partikel padatan akan dipisahkan oleh *media filter*, dimana partikel padatan akan tertahan dan fluida akan lolos. Proses filtrasi mempunyai beberapa jenis media penyaring. Apabila proses filtrasi menggunakan lebih dari satu media penyaring maka disebut dengan *multi media filter*. Media penyaringan ditempatkan di dalam tangki. Pada saat air masuk ke dalam tangki melalui pipa *inlet* menuju *outlet* tangki maka air akan melewati

*media filter* sehingga partikel - partikel padat yang terkandung di dalam air akan tersaring oleh *media filter*.



(Said, 2005)

Gambar 2.1 Unit Multi Media Filter

### 2.5.1 Jenis - Jenis *Media Filter*

#### 1. *Sand Silica*

*Sand silica* adalah mineral kuarsa dengan kadar  $\text{SiO}_2$  yang tinggi, yaitu lebih dari 90%. Pasir silika berukuran 2,362 - 0,063 mm (Rachman dkk, 2012). Pasir silika dapat digunakan untuk menyaring kandungan lumpur, debu, partikel kecil, dan sedimen pada air. Apabila pasir silika sudah mulai menggumpal maka pasir silika harus segera diganti karena proses penyaringannya sudah tidak efektif lagi.

#### 2. *Carbon Active*

*Carbon active* dalam arti luas mencakup berbagai olahan material berbentuk karbon *amorf* (Bansal dkk, 2005). Karbon aktif berfungsi untuk menyaring bau, warna, logam berat, dan kaporit. Karbon aktif memiliki gaya adsorpsi yang sangat kuat karena memiliki volume pori penyerapan yang tinggi. Luas permukaan karbon aktif bisa mencapai lebih dari  $1000 \text{ m}^2/\text{g}$  (Ibrahim dkk, 2014).

#### 3. *Manganese Zeolit*

*Manganese zeolit* adalah zeolit sintetis yang permukannya dilapisi oleh mangan oksida yang memiliki rumus molekul  $\text{K}_2\text{Z.MnO.Mn}_2\text{O}_7$ . Mangan zeolit merupakan *media filter* yang digunakan untuk menyaring kadar besi dan mangan dalam air. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Saryati dkk (2010), mangan zeolit dapat menurunkan konsentrasi kadar Fe dan Mn sebesar 39,4% - 40,1%.

#### 4. *Gravel Filter*

*Gravel filter* merupakan *media filter* yang terdiri atas lapisan media kerikil

yang memiliki ukuran 3 - 64 mm. *Gravel filter* berfungsi untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan mereduksi suspensi tanpa memerlukan penambahan koagulan.

### 2.5.2 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kinerja *Multi Media Filter*

Kinerja *multi media filter* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

#### 1. Debit Filtrasi

Debit yang terlalu besar akan menyebabkan proses filtrasi tidak berjalan secara efisien. Hal ini dikarenakan aliran yang terlalu cepat menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan *media filter* dengan air yang akan di *filter* sehingga partikel halus akan lebih mudah untuk lolos dari *media filter*.

#### 2. Tingkat Kekeruhan

Air yang memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi akan mempengaruhi proses filtrasi karena dapat menyebabkan tersumbatnya lubang pori pada media filtrasi. Apabila konsentrasi kekeruhannya terlalu tinggi maka harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dilakukannya proses filtrasi, seperti proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi.

#### 3. Temperatur

Perubahan temperatur dari air yang akan difiltrasi dapat menyebabkan massa jenis dan viskositas air mengalami perubahan. Selain itu juga akan mempengaruhi daya tarik menarik antara partikel halus penyebab kekeruhan sehingga akan mempengaruhi daya adsorpsi yang terjadi selama proses filtrasi.

#### 4. Ukuran Media Filtrasi

Pemilihan ukuran media filtrasi merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan. Hal ini dikarenakan ukuran media filtrasi akan berpengaruh pada tingkat daya saring dan lamanya proses filtrasi. Media filtrasi yang terlalu tebal biasanya mempunyai daya saring yang sangat tinggi, namun membutuhkan waktu proses yang lama, sedangkan media filtrasi yang terlalu tipis memiliki waktu proses yang pendek, namun memiliki tingkat daya saring yang rendah.

### 2.5.3 Keunggulan dan Kelemahan Menggunakan *Multi Media Filter*

Penggunaan *multi media filter* di dalam pengolahan air memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan sebagai berikut :

### 1. Keunggulan menggunakan *multi media filter*

- a. Dapat menghilangkan zat kimia maupun organik di dalam air.
- b. Memiliki berbagai macam jenis *media filter* yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- c. Mudah dalam proses pengoperasian dan pembersihannya.
- d. Tidak membutuhkan bahan kimia.
- e. Air yang dihasilkan lebih jernih.
- f. Tidak memerlukan waktu yang lama.

### 2. Kelemahan menggunakan *multi media filter*

- a. Membutuhkan air baku yang banyak.
- b. Mudah terjadi pengendapan apabila konsentrasi padatan terlarut di air baku terlalu tinggi sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu seperti proses flokulasi, koagulasi, dan sedimentasi.

## 2.6 Membran

Membran didefinisikan sebagai suatu media berpori, berbentuk film tipis, bersifat semipermeabel, dan dapat digunakan untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekular dalam suatu sistem larutan atau suspensi. Membran dapat diklasifikasikan berdasarkan eksistensinya, yaitu membran alamiah dan sintetik. Membran alamiah adalah membran dalam jaringan tubuh organisme, sedangkan membran sintetik adalah membran yang dibuat dari material tertentu seperti polimer dan keramik. Klasifikasi lain adalah berdasarkan strukturnya, yaitu membran simetrik dan asimetrik. Ketebalan membran simetrik berada antara 10 - 200  $\mu\text{m}$  dengan daya tahan transfer massa ditentukan dari ketebalan membran, sedangkan membran asimetrik terdiri dari lapisan atas berupa kulit tipis dengan ketebalan 0,1 – 0,5  $\mu\text{m}$  dan didukung oleh bagian sub layer berpori dengan ketebalan 50 - 150  $\mu\text{m}$ . membran ini berselektifitas tinggi dan memiliki daya tahan terhadap transfer massa yang ditentukan dari tipisnya lapisan atas dan ukuran pori.

Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain :

- 1. Pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu.



2. Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah.
3. Proses membran dapat digabungkan dengan proses pemisahan lainnya.
4. Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang diinginkan.
6. Tidak perlu adanya bahan tambahan.
7. Material membran memiliki beberapa variasi sehingga dapat lebih mudah disesuaikan pemakaiannya.

Teknologi membran ini juga memiliki kelemahan, antara lain adalah permasalahan pada fluks dan selektivitas. Proses pemisahan dengan menggunakan membran umumnya terjadi fenomena dimana fluks berbanding terbalik dengan selektivitas, dimana semakin tinggi fluks sering kali berakibat pada menurunnya selektivitas, sedangkan kondisi yang diinginkan dalam proses pemisahan berbasis membran adalah mempertinggi fluks dan mempertinggi selektivitas.

#### 2.6.1 Klasifikasi Membran

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu :

##### a. Mikrofiltrasi (MF)

Membran mikrofiltrasi dapat dibedakan dari membran *reverse osmosis* dan ultrafiltrasi berdasarkan ukuran partikel yang dipisahkannya. Pada membran mikrofiltrasi bakteri dan koloid dapat direjeksi oleh membran, hal ini dikarenakan membran mikrofiltrasi hanya berukuran 0,1 sampai 10 mikron (Mulder, 1996). Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi ini dapat dibuat dari berbagai macam material baik material organik maupun anorganik, namun membran anorganik lebih banyak digunakan karena ketahanannya pada suhu tinggi.

##### b. Ultrafiltrasi (UF)

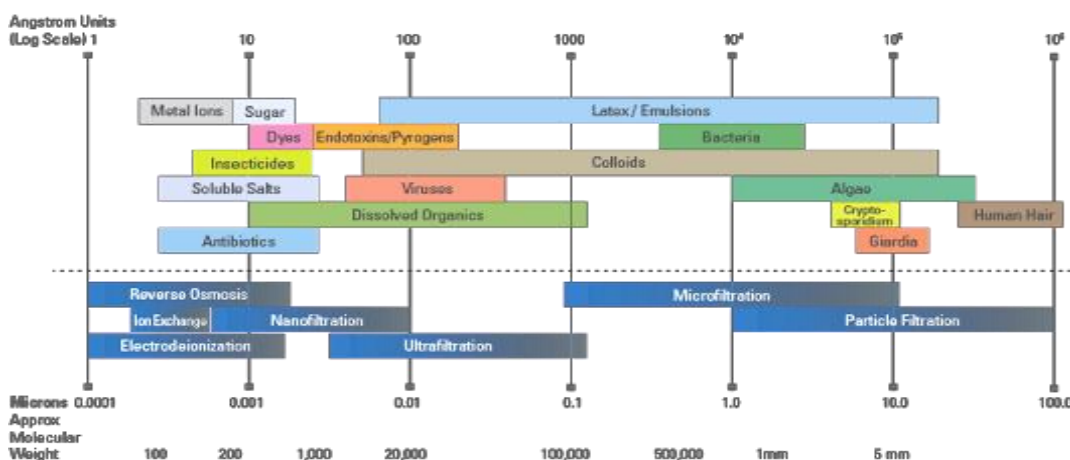
Proses ultrafiltrasi berada diantara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran ultrafiltrasi berkisar antara 0,01  $\mu\text{m}$  sampai 0,1  $\mu\text{m}$  (Mulder, 1996). Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan membran berpori dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut terhadap ukuran pori membran.

### c. Nanofiltrasi

Nanofiltrasi adalah proses pemisahan jika ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi tidak dapat mengolah air seperti yang diharapkan. Nanofiltrasi dapat menghasilkan proses pemisahan yang sangat terjangkau secara ekonomis, tetapi nanofiltrasi belum dapat mengolah mineral terlarut, warna, dan salinasi air, sehingga air hasil olahan masih mengandung ion monovalen dan larutan dengan pencemar yang memiliki berat molekul rendah seperti alkohol. Pengolahan menggunakan nanofiltrasi pada umumnya menggunakan membran berukuran  $10^{-3}$  sampai  $10^{-2}$  mikron (Mulder, 1996).

### d. Reverse Osmosis

Membran *reverse osmosis* (osmosis balik) digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya. Membran yang lebih *dense* (ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah) dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. Hal ini menyebabkan tekanan operasi pada osmosis balik akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran osmosa balik memiliki sruktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan padat serta matriks penyokong dengan tebal 50 sampai 150  $\mu\text{m}$ . Pengolahan menggunakan nanofiltrasi pada umumnya menggunakan membran berukuran  $10^{-4}$  sampai  $10^{-3}$  mikron (Mulder, 1996).



(Hartomo, 2006)

Gambar 2.2 Perbedaan Ukuran Partikel pada Proses Pemisahan

### 2.6.2 Kinerja Membran

Kinerja membran atau efisiensi membran dapat ditentukan oleh dua parameter, yaitu fluks volume dan rejeksi (Mulder, 1996).

#### a. Fluks Volume ( $J_v$ )

Fluks volume didefinisikan sebagai zat yang dapat menembus membran tiap satuan luas membran persatuan waktu. Fluks dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$J_v = \frac{V}{A_t}$$

Keterangan :

$J_v$  : Fluks Volume ( $L/m^2$ menit)

$A$  : Luas Permukaan ( $m^2$ )

$V$  : Volume Permeat (L)

$t$  : Waktu Proses (menit)

#### b. Rejeksi

Rejeksi menunjukkan besarnya kandungan garam yang tertahan pada permukaan membran. Semakin besar koefisien rejeksi yang diperoleh maka air yang dihasilkan semakin baik. Persamaan koefisien rejeksi, yaitu :

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100$$

Keterangan :

$R$  : Rejeksi (%)

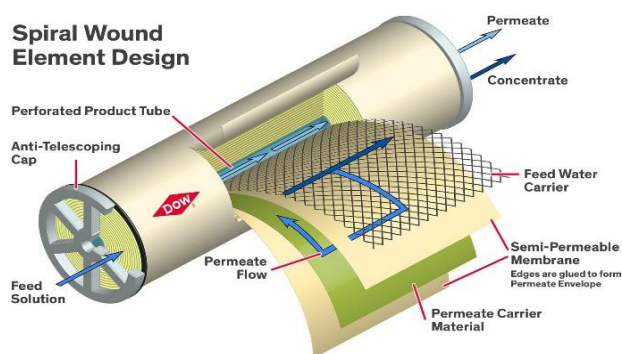
$C_p$  : Konsentrasi *solute* dalam permeat (mg/L)

$C_f$  : Konsentrasi *solute* dalam umpan (mg/L)

## 2.7 Unit Reverse Osmosis (RO)

*Reverse Osmosis* adalah suatu metode pemurnian air melalui membran semi permeable yang berukuran  $0,0001 \mu m$ , dimana suatu tekanan tinggi diberikan melampaui tarikan osmosis sehingga akan memaksa air melewati proses *reverse osmosis* dari bagian yang memiliki kepekatan tinggi kebagian dengan kepekatan rendah. Molekul air dan bahan mikro yang lebih kecil dari pori - pori *reverse osmosis* akan melewati pori - pori membran dan hasilnya adalah air yang murni. Proses ini mirip dengan proses filtrasi membran. Mekanisme utama pemisahan partikel - partikel asing dalam air pada proses filtrasi membran adalah pemisahan

eksklusi berdasarkan ukuran partikel. Perbedaannya adalah proses RO melibatkan mekanisme difusi sehingga efisiensi pemisahan partikel tergantung pada kadar partikel non dominan dalam larutan, tekanan, dan rasio dari *water flux rate*. Membran RO bisa menghasilkan air murni hingga 99%. Hal ini dikarenakan membran RO dapat menghilangkan polutan berbahaya di dalam air seperti logam - logam berat, pestisida, racun - racun, zat kimia, bakteri, virus, garam, dan endapan lainnya (Budyono dan Siswo, 2013).



(Budyono dan Siswo, 2013)

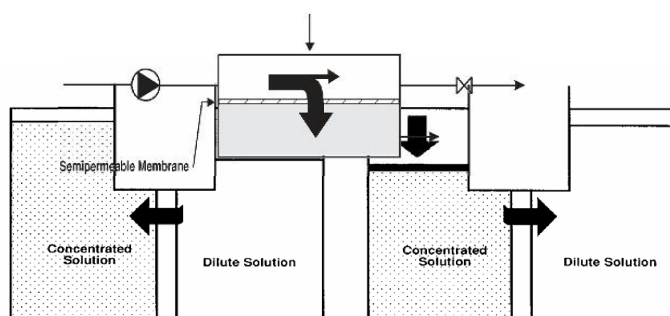
Gambar 2.3 Membran *Reverse Osmosis*

### 2.7.1 Prinsip Kerja *Reverse Osmosis*

Prinsip kerja *reverse osmosis* adalah dimana terdapat dua jenis larutan yang diletakkan secara berdampingan dan diantara kedua jenis itu diletakkan *membrane semi permeable* sebagai pembatas. Pada wadah sebelah kiri disebut *concentrated solution*, yaitu larutan dengan kadar garam yang tinggi, sedangkan pada wadah sebelah kanan disebut *dilute solution*, yaitu larutan dengan kadar garam rendah. Fungsi membran *semi permeable* yang diletakkan diantara kedua larutan tersebut adalah untuk mencegah terjadinya pencampuran diantara kedua larutan tersebut. Membran *semi permeable* adalah membran yang bisa dilewati molekul air, tetapi tidak bisa dilewati molekul garam.

Proses *reverse osmosis* pada prinsipnya adalah kebalikan dari proses osmosis. Proses osmosis merupakan proses alamiah yang terjadi sebagai upaya untuk menyeimbangkan konsentrasi garam pada kedua sisi. Pada proses osmosis, molekul air akan mengalir dari permukaan air yang lebih rendah (*dilute solution*) menuju ke permukaan air yang lebih tinggi (*concentrated solution*). Tekanan inilah yang biasa

disebut *osmotic pressure*, sedangkan proses *reverse osmosis* adalah proses dengan memberikan tekanan pada larutan yang memiliki kadar garam lebih tinggi (*concentrated solution*) agar terjadi aliran molekul air yang menuju larutan dengan kadar garam yang lebih rendah. Pada proses ini molekul garam tidak dapat menembus *membrane semi permeable*, sehingga hanya molekul air sajalah yang dapat mengalir dan kemudian akan menghasilkan air yang murni, sedangkan garam - garam terlarut yang tidak tersaring akan dibuang melalui saluran rejeksi atau saluran air buangan RO.



(Budyono dan Siswo, 2013)

Gambar 2.4 Prinsip Kerja *Reverse Osmosis*

### 2.7.2 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kinerja *Reverse Osmosis*

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja sistem *reverse osmosis*, antara lain sebagai berikut :

#### a. Laju Umpan

Laju permeat meningkat dengan semakin tingginya laju alir umpan. Selain itu laju alir yang besar juga akan mencegah terjadinya *fouling* pada membran, namun energi yang dibutuhkan untuk mengalirkan umpan akan semakin besar.

#### b. Tekanan Operasi

Laju permeat berbanding lurus dengan tekanan operasi yang digunakan terhadap permukaan membran. Semakin tinggi tekanan operasi maka laju permeat juga akan semakin tinggi.

#### c. Temperatur operasi

Laju permeat akan meningkat seiring dengan peningkatan temperatur, namun temperatur bukanlah variabel yang dikontrol. Hal ini perlu diketahui untuk dapat mencegah terjadinya penurunan fluks yang dihasilkan.

### 2.7.3 Media Filter Pada Unit Reverse Osmosis

*Media filter* pada unit *reverse osmosis* terdiri dari lima filter, yaitu :

#### 1. *Cartridge Filter*

Air baku yang masuk ke unit membran *Reverse Osmosis* (RO) harus benar - benar sudah bersih dari partikel - partikel fisik kecuali kadar garam yang masih tinggi, maka *cartridge filter* berfungsi sebagai alat penyaringan awal sebelum air disaring dengan menggunakan saringan skala molekul (membran RO). *Cartridge filter* menggunakan bahan selulosa sebagai media penyaringnya dan mempunyai kemampuan penyaringan yang cukup baik, karena lubang perforasi *media filter* yang kecil, yaitu dari 10  $\mu\text{m}$  sampai dengan 01  $\mu\text{m}$ . Pemeliharaan unit ini pun sangat mudah, hal ini dikarenakan *casing* yang terbuat dari spun (gulungan kertas tipis) yang transparan, maka kondisi *media filter* dapat terlihat bila sudah kotor. Pembersihan media penyaring yang kotor dapat dilakukan dengan sederhana, yaitu dengan merendamnya di dalam air bersih hingga bahan - bahan pengotornya dapat terlepas. Apabila media penyaring sukar untuk dibersihkan maka sudah saatnya harus diganti dengan yang baru. Pada umumnya *cartridge filter* ini bisa digunakan selama 3 - 9 bulan tergantung dari tingkat pemakaian dan kondisi air baku yang digunakan.

#### 2. *Granular Active Carbon* (GAC)

*Granular active carbon* merupakan filter yang berfungsi untuk menyerap atau menghilangkan bau pada air, *detergent*, klorin, dan kaporit. Filter GAC ini terbuat dari bahan karbon aktif yang berbentuk butiran seperti pasir (granular). Setelah pemakaian selama 6 - 12 bulan *filter* GAC ini harus segera diganti, namun penggantian ini tergantung dari kondisi air baku yang digunakan dan tingkat pemakaiannya.

#### 3. *Clorin Taste Odor* (CTO)

*Clorin taste odor* memiliki fungsi yang hampir sama dengan filter GAC karena filter CTO berfungsi untuk menyerap atau menghilangkan bau, warna, rasa tak sedap, *detergent*, bahan kimia organik, klorin, kaporit, dan bahan pencemar lainnya yang lolos dari filter GAC. Filter CTO juga terbuat dari bahan karbon aktif, namun bentuknya adalah *block carbon*. Filter *clorin taste odor* ini dapat digunakan

selama 6 - 12 bulan tergantung dari tingkat pemakaian dan kondisi air baku yang digunakan.

#### 4. *Membrane Reverse Osmosis (RO)*

Penyaringan pada tahap ini berbeda dari tahap sebelumnya. Pada tahap ini terdapat dua saluran, dimana saluran pertama berupa produk air minum dan saluran kedua berupa rejeksi atau air buangan yang tidak tersaring oleh membran. Membran *reverse osmosis* memiliki ukuran pori yang sangat kecil, yaitu sebesar 0,0001  $\mu\text{m}$ . Fungsi dari membran RO adalah untuk menghilangkan logam - logam berat, pestisida, racun - racun, zat kimia, bakteri, virus, garam, dan endapan lainnya yang terkandung di dalam air. Membran *reverse osmosis* ini dapat digunakan maksimal selama 1 - 2 tahun tergantung dari kondisi air baku yang digunakan dan tingkat pemakaiannya.

#### 5. *Post Carbon*

*Post carbon* merupakan *filter* yang berfungsi untuk mengembalikan rasa alami air, menghilangkan bau tidak sedap, menetralkan kandungan air, dan meningkatkan kualitas air sehingga diperoleh produk berupa air minum yang sehat dan berkualitas tinggi. bahan baku utama *post carbon* adalah karbon aktif yang berkualitas tinggi. Masa pergantian *post carbon* maksimal selama 1 tahun. Apabila rasa air yang dihasilkan terasa hambar, tidak enak, dan berbau logam maka *post carbon* harus segera diganti.

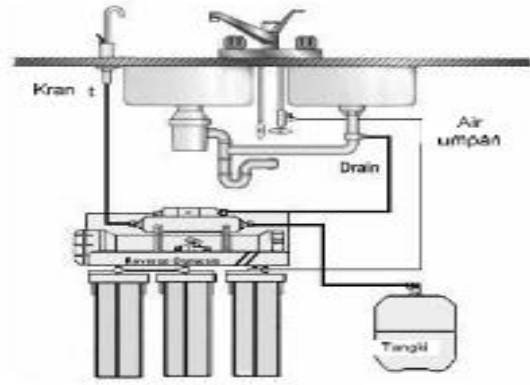
### 2.7.4 Tipe Aplikasi Sistem *Reverse Osmosis*

Aplikasi sistem *Reverse Osmosis (RO)* skala rumah tangga dapat dibagi menjadi beberapa tipe sesuai dengan kapasitas dan penggunaannya, yaitu tipe *undersink*, *whole house*, dan *farm and ranch*.

#### 1. Tipe *Undersink*

Tipe *undersink* merupakan sistem *reverse osmosis* yang didesain untuk memenuhi kebutuhan air minum dalam skala rumah tangga. Tipe ini biasanya dipasang dibawah wastafel yang terdapat di dapur. Kapasitas produksi dari tipe *undersink* berkisar antara 200 – 1500 liter/hari. Sistem yang digunakan pada tipe *undersink* terdiri dari 1 - 2 metode *pre-filter* yang berfungsi memisahkan padatan

yang berukuran 1 - 20 mikron, sedangkan membran *reverse osmosis* akan memisahkan air dari ion, garam, dan mineral terlarut.



(Ariyanti dan Widiassa, 2011)

Gambar 2.5 Sistem RO Tipe *Undersink*

## 2. Tipe *Whole House*

Tipe *whole house* juga didesain untuk memenuhi kebutuhan air dalam skala rumah tangga, seperti air minum, air untuk memasak, air untuk mandi, dan sebagainya. Tipe ini pada dasarnya sama dengan tipe *undersink* yang memiliki kapasitas berkisar antara 200 – 1500 liter/hari, namun tipe ini digunakan untuk di pasang di atas meja. Sistem yang diterapkan pada tipe *whole house* meliputi *pre-filter* seperti karbon aktif dan penambahan *anticalant*, unit RO, tangki penampung, serta *re-pressurization system* yang memudahkan proses pemurnian air.



(Ariyanti dan Widiassa, 2011)

Gambar 2.6 Sistem RO Tipe *Whole House*

## 3. Tipe *Farm and Ranch*

Pada tipe ini, sistem yang digunakan sama dengan tipe *whole house*. Perbedaannya terletak pada kapasitas dan skala produksinya. Tipe *farm and ranch*



biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di beberapa rumah dan kebutuhan air di peternakan dengan kapasitas 10.000 liter/hari.



(Ariyanti dan Widiassa, 2011)

Gambar 2.7 Sistem RO Tipe *Farm and Ranch*

#### 2.7.5 Keunggulan dan Kelemahan Sistem *Reverse Osmosis*

Teknologi pengolahan air minum sistem *reverse osmosis* memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan dibandingkan dari teknologi pengolahan air minum lainnya, yaitu (Said, 2003) :

1. Keunggulan sistem *Reverse Osmosis* (RO)
  - a. Dapat menghasilkan air dengan kemurnian 99%.
  - b. Kualitas air yang dihasilkan terbebas dari kontaminasi, seperti logam berat, virus, dan bakteri.
  - c. Sistem *reverse osmosis* dapat digabung dengan proses filtrasi lainnya.
  - d. Tidak membutuhkan banyak perawatan.
  - e. Mudah dalam pengoperasiannya.
2. Kelemahan sistem *Reverse Osmosis* (RO)
  - a. Aliran airnya sangat kecil.
  - b. Membutuhkan air baku yang banyak.
  - c. Membutuhkan banyak waktu dalam prosesnya.
  - d. Harganya lebih mahal.
  - e. Membutuhkan proses pengolahan awal untuk air yang memiliki konsentrasi padatan terlarut yang tinggi agar tidak terjadi penyumbatan pada membran yang akan menurunkan kinerja membran.

## 2.8 Unit Lampu *Ultra Violet* (UV)

Proses disinfeksi pada pengolahan air minum dapat dilakukan dengan menggunakan sinar *ultra violet*. Radiasi sinar UV dapat membunuh semua mikroba tanpa menimbulkan hasil samping berupa senyawa karsinogen. Sinar UV efektif dalam menginaktivasi mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, dan protozoa (Lechevallier dan Kwok-Keung Au, 2004). Hal ini dikarenakan sistem UV menggunakan lampu merkuri tekanan rendah yang mempunyai panjang gelombang sebesar 2.537 angstrom atau 254 nm (Said, 2007).

Sinar UV bekerja dengan cara merusak DNA mikroba sehingga menyebabkan dimerisasi *thymine* yang akan menghalangi replikasi DNA dan menginaktivasi mikroorganisme, namun transmisi UV akan berkurang sejalan dengan penggunaan yang terus - menerus sehingga lampu UV harus dibersihkan secara teratur dan harus diganti paling lama satu tahun.



(Endarko dkk, 2013)

Gambar 2.8 Unit Lampu *Ultra Violet*

### 2.8.1 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja *Ultra Violet* (UV)

Faktor utama yang dapat mempengaruhi kinerja dari sinar UV, yaitu partikel tersuspensi. Hal ini dikarenakan padatan tersuspensi dapat melindungi sebagian bakteri indikator apabila bersatu dengan partikel tersebut. Padatan tersuspensi dapat mengabsorpsi 75% cahaya dan sisa 25% dipantulkan (Said, 2007). Efek perlindungan ini tergantung pada tingkat absorpsi dan pantulan radiasi UV, dimana nilai ini dapat menurun dengan meningkatnya pemantulan cahaya. Oleh karena itu air yang akan diproses melewati sinar UV harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar tidak ada lagi padatan tersuspensi yang dapat mengganggu kinerja dari sinar UV tersebut.

### 2.8.2 Keunggulan dan Kelemahan Menggunakan Sinar *Ultra Violet* (UV)

Pengolahan air minum menggunakan sinar *ultra violet* mempunyai beberapa keunggulan dan kelemahan sebagai berikut (Said, 2007) :

### 1. Keunggulan Menggunakan Sinar UV

- a. Efisien untuk menginaktivasi bakteri dan virus pada air minum.
- b. Tidak menimbulkan hasil samping senyawa karsinogen.
- c. Tidak menimbulkan masalah rasa dan bau.
- d. Unit UV hanya memerlukan ruang yang kecil.
- e. Mudah dalam pengoperasiannya.

### 2. Kelemahan Menggunakan Sinar UV

- a. Pembentukan biofilm pada permukaan lampu.
- b. Relatif sulit dalam hal pemeliharaan dan pembersihan lampu.
- c. Harganya mahal.
- d. Tidak bisa digunakan untuk air yang memiliki padatan terlarut dan kandungan logam yang tinggi.
- e. Memerlukan pengolahan awal (*pre-treatment*).